

行政院國家科學委員會專題研究計畫 87 年度成果報告

自動導航公路系統 ADVANCE-F 縱向控制系統之實現子計劃一 自動導航公路系統 ADVANCE-F 之縱向控制系統研發

計畫編號: NSC 87-2218-1-032-001

執行期限: 86 年 8 月 1 日至 87 年 7 月 31 日(核准延期至 88 年 7 月 31 日)

主持人: 張堂賢 淡江大學交通管理學系

一、中文摘要

本案為期三年，此系統結合先進之電子、電腦科技與相關交通理論，以安全、穩定之自動行車控制來達到改善公路交通之質與量的問題。發展之目的在謀求本土公路運輸技術之先進化，以達成：有效地增進公路容量，確保交通安全，維護生活環境，促進工業升級、提升國家形象。本次計畫計分二主題，三年完成：(1)自主智慧型定速控制、(2)自動跟車系統。目前進行第二年期(核准延期至 88 年 7 月 31 日)。完成之工作項目為：有關定速控制之分析、功能要求，定速控制系統規劃，部份硬體製作，有關跟車控制之資料收集、整理、分析與比較，跟車控制系統分析，跟車控制系統規劃，跟車控制之數學分析，跟車控制模式建立，控制程式設計，影像辨識模式建立，部份硬體設計與製作，雷達測距儀配製。

關鍵辭：智慧運輸系統、先進車輛控制系統、自主型定速控制、自動跟車系統

Abstract

This project develops an automatic car following system, which is a sub-system of ADVANCE-F, an advanced vehicle control system. ADVANCE-F is to improve Taiwan traffic quality and quantity. There are two stages in developing the automatic car following system: (1) Autonomous Intelligent Cruise Control (AICC) and (2)

Autonomous Car Following System (ACFS). At pre-sent, we have finished: Cruise control analysis, its function requirement, partial hardware hand-make; Car following analysis, automatic car following control plan and modeling, image processing system setup, radar system setup.

Keywords: Intelligent Transport Systems, Advanced Vehicle Control System, Autonomous Intelligent Cruise Control, Autonomous Car Following System

二、緣由與目的

近年美、日及歐洲各先進國家致力於高科技在交通運輸領域之發展與應用，其目的在於結合電腦、控制與通訊等相關先進科技，提升運輸系統之生產力和安全性，並降低運輸系統造成之環境衝擊。此一研發領域一般稱為「智慧運輸系統」(Intelligent Transportation System, ITS)。其含蓋範圍大致為：先進車輛控制系統(AVCS)、先進交通管理系統(ATMS)、先進旅行者資訊系統(ATIS)、先進大眾運輸系統(APTS)、先進商車營運系統(CVO)、及先進郊外運輸系統(ARTS)。為解決台灣交通普遍存在的道路交通擁擠、交通事故頻繁及行車秩序欠佳等問題，台灣是需要 ITS。本案即為 AVCS(Automatic Vehicle Control Systems)之研發，系統名為自動導航公路系統 ADVANCE-F (Advanced Drive Vehicle/ Automatic Navigation Control Enroute System

-Formosa)。整體而言，實現 AVCS 的好處將有：(1) 增加公路容量、(2) 土地有效利用、(3) 減少交通擁塞、(4) 節約能源消耗、(5) 降低空氣污染、(6) 維護行車秩序、(7) 減少車輛肇事、(8) 增加生產能力、(9) 提昇國民生活品質及國家形像。

三、內容

自動導航公路系統 ADVANCE-F 其側向控制系統歷經多次軟硬體修正與改進後，實車上路試驗結果，已相當成功，為使系統成為性能優越的輔助駕駛系統，達成擴充公路容量、增進交通安全，於本階段研究開發縱向控制系統(速率控制)。本次計畫計分二主題，三年完成：(1) 自主智慧型定速控制、(2) 自動跟車系統。自主智慧型定速控制係利用車速感測技術偵測目前車速，再利用微電腦控制車輛之加速、減速裝置(包括自動煞車裝置)，使任何狀況車輛保持在先前設定的恆等車速，應用技術有車速感測技術、加/減速或節氣門控制技術、微電腦煞車控制技術。自主智慧型跟車系統之系統概念為利用雷達感測技術偵測前車速度及間距，輔以影像辨識技術識別前方障礙物體，再透過微電腦做適當地演算，配合前項自主智慧型定速裝置，使車輛控制在安全最適當的速度及間距。所應用之技術有瞬間測距測速技術、影像處理與影像辨識技術、定速及適應性調速控制技術。

1. 自主智慧型定速控制(AICC)之研究

自主定速系統 (Autonomous In-telligent Cruise Control, AICC) 為個別車輛自我速度依行駛環境而調控。傳統的定速系統在駕駛人設定後，通常僅會依所設速度定常行駛，遇到障礙並不會自動減速；下坡車速會超過設定值，系統也不會煞車。在現代研究的智慧車配以 AICC 係會因路況自我調控速度，沒有傳統定速上的缺失。ADVANCE-F 之定速控制系統

乃將傳統之定速控制裝置加以改良，其架構如下圖一所示。圖中虛線框內實為傳統之定速裝置。而本系統新增功能在(1)近距感測器，裝設於導航車之周邊，以感測周邊之車或物體與本身之間距。(2)縱向控制電腦根據近距感測器感測之結果判決警訊，並檢測現況車速予以微動調整由定速鍵盤(二)所鎖定的速率。倘現況速率過高，或有危險，速控電腦即刻啟動自動煞車系統驅動步進馬達-2。

由於傳統的定速器在下坡路段會發生失速現象，原因是該定速器只能控制節氣門而無法啟動煞車系統。於本研究中係由一具速控電腦執司定速，可完全掌控車速。本項裝置說明如下(圖二)：(1)圓周為1.1公尺之車輪轉動一圈，車速感測器產生16個脈衝。由計數其脈衝數後換算即可得知車速。(2)主控電腦使用具有外接擴充功能之電腦，其電源為AC110V。透過擴充槽中裝設之多功能界面卡做為訊號之攫取及發送控制訊號之管道。(3)駕駛設定所欲鎖定之車速後，電腦即透過控制界面驅動原車上四個定速鍵(位於導航車儀表板上之傳統定速系統)：POWER：定速裝置電源開關；ACC：定速設定/加速；DCC：定速恢復/減速；RELEASE：定速取消。(4)當實際車速高過定速值且又無法由關閉節氣門所制止時，電腦即自動啟動煞車系統，以使其能適時降低車速。本系統裝置類似導向伺服機構主要由一具22KG-CM之步進馬達及其驅動器所組成。

2. 自動跟車系統(ACFS)之研究

自動跟車系統(Autonomous Car Following System)為使車輛能在安全間距下與前車互動之裝置。整個車輛縱向控制單元如圖三所示：

(1)量測單元

●一具CCD攝影機用以攫取車前影像物體，ECU將會辨認車道標線與車量輛、

物體。本研究採單孔、彩色 PCI 介面的 Matrox Meteor 影像攝取器。

它的特性為即時移轉影像資訊到離機系統或顯示器 RAM，以及提供即時視窗內影像的功能。其影像取得及處理的流程為由一攝影機攝取影像，再由一影像處理器將影像數位化進入電腦。而後再配合 VGA 卡（硬體）及 Matrox Inspector（軟體），在 Windows 之下，做影像處理的工作。

●一具 Laser 雷達將用以偵查前車距離與相對速度。本組係由一控制單元所作業，正組裝中。

(2) 控制器

●FUZZY 控制器邏輯切換單元：負責控制器切換之決定，內含人類思考決策之成分。

●節氣閥控制器單元與煞車控制器單元：二者是決定其自動跟車之加/減速的數值決定。

其中， V_r 表示為前後兩車之相對速度； δ 則為後車所需調節之距離變化； θ_f 為後車之節氣閥角度的變化值； P_r 為後車之煞車控制器的踏板壓力。

(3) 跟車控制之模型

$$\mathbf{E}(s) = [s\mathbf{I} - (\tilde{\mathbf{A}} - \tilde{\mathbf{B}}\mathbf{G})]$$

其中定義

$$\mathbf{E} = \begin{bmatrix} x_0 - x_1 \\ d - d_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{X}$$

滿足 $\dot{\mathbf{X}} = \mathbf{A}\mathbf{X} + \mathbf{B}\mathbf{u}$

返饋控制式為 $\mathbf{u} = -\mathbf{k} \cdot \mathbf{E}$

今以 \mathbf{G} 代 \mathbf{k} ，即

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} G_v & G_x \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \sqrt{\frac{5\mu \cdot g}{2 \cdot |d - d_s|}} & \frac{\mu \cdot g}{|d - d_s|} \end{bmatrix}$$

控制週期為 50ms。上式中 x_0, x_1 為距

離，分屬本車及前車。設 d 為本車及前車真實間距， d_s 為安全間距， μ 為摩擦係數， g 為重力加速度。

四、後續研究

- (1) 完成定速軟硬體設計與製作
- (2) 定速系統測試
- (3) 自動跟車系統軟硬體設計與製作
- (4) 自動跟車系統路試

五、參考資料

1. Anders Eliasson, "A controller for autonomous intelligent cruise control-a preliminary design", IEEE Vehicle Navigation & Information Systems, 1992, pp.170-176.
2. J. C. Gerdes and J. K. Hedrick, "Vehicle speed and spacing control VIA coordinated throttle and brake actuation", Control Eng. Practice, Vol.5, No.11, 1997, pp.1607-1614.
3. H. Holzmann et al., "Longitudinal and Lateral Control and Supervision of Autonomous Intelligent Vehicles", Control Eng. Practice, Vol.5, No.11, 1997, pp.1599-1605.
4. Anna Soffia Hauksdottir and Robert E. Fenton, "On the Design of a Vehicle Longitudinal Controller", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.VT-34, No.4, Nov., 1986, pp.182-187.
5. Kwang Soo Chang and Jae Sung Choi, "Automatic Vehicle Following Using the Fuzzy Logic", 1995, pp.206213.
6. D. Swaroop et al., "A Comparison of Spacing and Headway Control Laws for Automatically Controlled Vehicles", Vehicle System Dynamics, 23, 1994, pp.597-625.
7. P. Ioannou and Z. Xu, "Throttle and

Brake Control Systems for Automatic
Vehicle Following", IVHS Journal,

Vol.1, No.4, 1994, pp.345-377.

